

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Norihisa NAGANUMA, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: April 12, 2004

Examiner:

For: WAVELENGTH CHARACTERISTIC VARIABLE FILTER, OPTICAL AMPLIFIER, AND
OPTICAL COMMUNICATIONS APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-374318

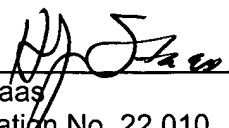
Filed: November 4, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: April 12, 2004

By: 
H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 4 日
Date of Application:

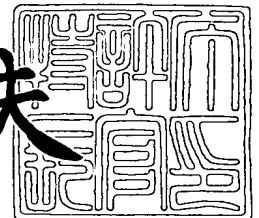
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 4 3 1 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 7 4 3 1 8]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 0351778
【提出日】 平成15年11月 4日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/00
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワ
 ークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 長沼 典久
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワ
 ークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 三田村 宣明
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワ
 ークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 丸山 眞示
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワ
 ークテクノロジーズ株式会社内
 【氏名】 長枝 浩
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 泉 裕友
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100104190
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 酒井 昭徳
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041759
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9906241

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

波長に対して透過率が変化する波長特性を有するフィルタと、
前記フィルタに設けられた回折手段をコリメートビームを横切る方向に位置変位させる位置変位手段と、
を備えたことを特徴とする波長特性可変フィルタ。

【請求項 2】

前記フィルタの回折手段は、フィルタ膜面の一部を除去して一对のエッジにより形成されたスリットを有することを特徴とする請求項 1 に記載の波長特性可変フィルタ。

【請求項 3】

前記コリメートビームの光軸方向に沿って、前記回折手段が前記コリメートビーム中に位置するよう、複数の前記フィルタを複数配置し、
前記位置変位手段は、前記複数のフィルタを同時、あるいは個別に位置変位させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の波長特性可変フィルタ。

【請求項 4】

前記複数のフィルタにそれぞれ設けられた前記回折手段の方向が互いに所定の角度を有するように設けたことを特徴とする請求項 3 に記載の波長特性可変フィルタ。

【請求項 5】

前記フィルタとして反射型フィルタを用い、
前記反射型フィルタに対して同一方向から光の入射および出射を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【書類名】明細書**【発明の名称】波長特性可変フィルタ****【技術分野】****【0001】**

この発明は、波長多重光通信システムにおける光増幅器や伝送路等に設けられ、波長特性を可変する波長特性可変フィルタに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、波長分割多重 (WDM) 方式等の高密度波長多重光通信システムでは、数十 nm から百 nm の帯域にわたって複数チャンネル (ch) 分の光信号が多重化されており、全 ch の光出力レベルを平坦化したい要望がある。そのため、利得波長特性の大きい光ファイバ増幅器 (EDFA) には利得等化器 (GEQ) が内蔵されている (例えば、下記特許文献 1、2 参照。)。この光ファイバ増幅器に内蔵される利得等化器は、利得が変化すると利得波長特性自体も変わってしまうため、利得毎に利得等化器を設計、製造する必要があった。また、Raman 増幅器利得波長特性や、ファイバ自体のロス波長特性、ch 毎の光出力偏差など、各 ch 間の光出力平坦性を劣化させる要因は多く、かつ変化するため、簡易に波長特性を可変できるフィルタが要望されている。

【0003】

このような従来の波長特性可変フィルタとしては、回折格子で空間的に波長を分解し、波長毎に液晶や MEMS など光路を変えロスを与えるものや、磁気光学効果により波長特性を変えるものがあった (例えば、下記特許文献 3 参照。)。

【0004】

【特許文献 1】 特開 2002-299733 号公報

【特許文献 2】 特開 2002-268028 号公報

【特許文献 3】 特開平 9-258117 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記波長特性可変フィルタのうち回折格子を用いるものは、この回折格子が高価であり大型化する問題があった。また、磁気光学素子を用いるものは、この磁気光学素子が高価であるという問題があった。

【0006】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、波長特性の可変を簡単かつ小型な構成で低コスト化できる波長特性可変フィルタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかる波長特性可変フィルタは、波長に対して透過率が変化する波長特性を有するフィルタと、前記フィルタに設けられた回折手段をコリメートビームを横切る方向に位置変位させる位置変位手段と、を備えたことを特徴とする。

【0008】

この発明によれば、コリメートビームにフィルタの回折手段を位置させ、この回折手段の位置をコリメートビームを横切る方向に位置変位させることにより、波長特性を可変することができる。

【発明の効果】**【0009】**

本発明にかかる波長特性可変フィルタによれば、フィルタの回折手段を光軸に対して位置変位させるだけの簡単な構成で波長特性を可変でき、これを小型かつ低コストに実現できるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる波長特性可変フィルタの好適な実施の形態を詳細に説明する。はじめに、この発明にかかる波長特性可変フィルタにより波長特性を可変させる原理を簡単に説明する。一般に、コリメートビーム中に遮光するエッジやスリットやホール等の回折手段を挿入すると光の回折が生じ、コリメート光と違う方向へ進む成分ができる。このため、遮光されていない光に対してもファイバ結合時の挿入損失が増加する。ここで、遮光する部分を光フィルタにした場合、透過率の低い波長に対しては回折手段として見え回折が起きるが、透過率の高い波長に対しては透明に見えるため回折手段が有る部分でも回折はほとんど起きない。

【0011】

図1は、回折光の発生原理を説明する図である。一方の光ファイバ101の端部にあるファイバフェルール101aの端面から出射された光110は、一對のコリメートレンズ102a, 102b間で平行なコリメートビーム110aとされ、他方の光ファイバ103のファイバフェルール103aの端面に入射される。便宜上、光110のうち、コリメートビーム部分の領域を110aと記載した。また、コリメートビーム110aの各部分における光強度を110Aと記載した。

【0012】

そして、コリメートビーム110aの領域内には光フィルタ104が設けられる。光フィルタ104は、例えば、ガラス基板105の表面に所定の波長透過特性を有するフィルタ膜106を形成してなる。フィルタ膜106の一部には、一對のエッジからなるスリット106aが設けられる。このスリット106aをコリメートビーム110aの中心に位置させた場合には、光強度110Aが高い部分で回折を起こすため、回折損が大きくなる。一方、スリット106aの位置を図中A方向に移動させ、コリメートビーム110aの端に位置させた場合は、光強度110Aが低い部分で回折を起こすため、回折損が小さくなる。つまり、回折損が波長特性を持つ。コリメートビーム110aのビーム径に対してスリット106aの大きさは1/10程度である。例えば、コリメートビーム110aのビーム径が200 μ mのとき、スリット106aの幅は最大でも40 μ m以下にする。スリット106aは、同一の波長特性を有する一對の誘電体多層膜（詳細は後述）等により形成することができる。

【0013】

図2-1は、ビーム内で回折手段を移動させた位置を示す図、図2-2は、ビーム内で回折手段を移動させたときの波長特性の変化を示す図表である。図2-2における横軸は波長、縦軸は透過率である。図2-1の(イ)～(ハ)の順に、コリメートビーム110aの光パワーが大きい中心から光パワーの少ない端へと回折手段であるスリット106aを移動させると、一部の波長帯域において回折損が低下し、対応して図2-2の(イ)～(ハ)に示すように、透過率が増加する如く変化する。このように、コリメートビーム110a内でスリット106aを移動させるだけで、波長特性の変化をフィルタ特性に加算させることができ、波長特性を可変できるフィルタを実現できる。特に、スリット106aを移動させたとき、透過率の高い波長帯域においては透過率は変化せず、透過率の低い波長帯域程、透過率を変更し波長特性を可変することができる。すなわち、強度分布を有する光ビームの中に回折手段を有するフィルタを挿入し、回折手段の位置を変えることにより、フィルタの特性を変えることができる。

【0014】

(実施の形態1)

図3は、本発明の実施の形態1の波長特性可変フィルタを示す平面図である。図3に示す波長特性可変フィルタ300において図1と同様の構成には同一の符号を附している。一對の光ファイバ101, 103は、光110の光軸が同軸となるよう所定距離離れて配置されている。光ファイバ101, 103端部のファイバフェルール101a, 103aはスリーブ301a, 301bに固定され、コリメートレンズ102a, 102bは、スリーブ302a, 302bに固定されている。スリーブ301aはスリーブ302aに固

定され、スリーブ302aは筐体310に固定されている。同様に、スリーブ301bはスリーブ302bに固定され、スリーブ302bは筐体310に固定されている。スリーブ301a, 301b, 302a, 302bと、筐体310は金属材料を成形加工してなり、互いはレーザ溶接により固定される。この固定の際、光ファイバ101から出射される光110は、コリメートビーム110aとなるよう、3方の軸(X軸、Y軸、Z軸)を調整して行う。

【0015】

筐体310の側壁面310aには、コリメートビーム110aの光軸(図中X軸方向)と直交する方向(Y軸方向)に位置変位させる位置変位手段320の基端部320aが固定されている。位置変位手段320は、例えば圧電駆動されるピエゾ素子を用いて構成でき、外部電源から図示しない電極に対して電圧を印加することにより、移動端320bの位置をコリメートビーム110aの光軸と直交する方向の所望する位置に連続的に移動させることができる。この移動端320bには、コリメートビーム110aの光軸上に位置するよう、スリット付フィルタ330, 340が固定されている。

【0016】

図4は、スリット付フィルタを示す斜視図である。図4に示すように、スリット付フィルタ330, 340は、前段と後段の2段構成となっている。前段のスリット付フィルタ330は、ガラス基板331上に光フィルタを構成する誘電体多層膜332をエッチングないしはダイシングで形成してなる。誘電体多層膜332の中央位置には図中縦(X軸)方向に連続するスリット332aが形成されている。図示のスリット332aは一对のエッジによって形成されている。スリット付フィルタ330がコリメートビーム110aの光軸に対し直交(垂直)となるよう記載したが、実際には光軸に対して数度傾斜させて反射を逃がすよう構成する。

【0017】

後段のスリット付フィルタ340は、前段のスリット付フィルタ330と同じ構成であり、各部には同じ符号を附してある。筐体310の内底面310b(図3参照)に位置変位手段320の基端部320aを接合させ、上部の移動端320bにガラス基板331を固定し、誘電体多層膜332の中央位置には図中横(Y軸)方向に連続するスリット332aを形成する。

【0018】

少なくとも1つのスリット付フィルタ(例えば前段のスリット付フィルタ330のみ)のスリット332aにより光110に回折を生じさせることができる。そして2つのスリット付フィルタ330, 340を用いることによって、スリット付フィルタが1つの場合に比べてより大きな回折損を得ることができる。1つのスリット付フィルタによる回折角は、波長/スリット幅(ラジアン)で求められ、例えば、波長が1.5ミクロンのとき、スリット幅が十数ミクロン~数ミクロンとすれば数度の回折角が得られる。

【0019】

このように、前段と後段のスリット付フィルタ330, 340は、それぞれ異なる位置変位手段320に固定され、互いの位置変位方向が直交する方向となるよう配置されている。このように可動方向を直交させることにより、コリメートビーム110aの中心に前段および後段のスリット付フィルタ330, 340の各スリット332aが位置したときに、回折方向を直交させて回折損失をより大きくすることができるようになる。なお、製造を容易にするために、単一個の位置変位手段に2つまたは複数のスリット付フィルタを配置し、このスリット付フィルタを同一方向に変位させる構成にもできる。なお、上記説明では前段と後段のスリット付フィルタ330, 340の位置変位方向を直交させるとしたが、これに限らず、前段と後段のスリット付フィルタ330, 340の互いのスリット332aの方向、あるいは位置変位方向が互いに所定の角度を有していれば回折損を発生させることができる。

【0020】

位置変位手段320は、上記のピエゾ素子により圧電駆動法の他に、櫛歯状電極を備え

たダイアフラム等による静電力法や、バイメタルを用いた温度膨張法や、電磁石、パルスモータ等を用いた磁力法などの他の方法によっても構成でき、スリット付フィルタを同様に位置変位させることができる。また、上記の構成では、ガラス基板 331 上の誘電体多層膜 332 により一対のエッジによりスリット 332a を形成する構成としたが、スリットを形成するに限らない。例えば、スリットの代わりに部分フィルタのエッジでも光の回折を生じさせることができる。すなわち、光 110 (コリメートビーム 110a) 部分に 1 つのエッジが位置するような部分フィルタをエッチングやリフトオフ法で同様に形成することができる。

【0021】

次に、上記構成によるフィルタ動作を説明する。入力側の光ファイバ 101 の端面から出射された光 110 は、コリメートレンズ 102a によりコリメートビーム (平行光) とされた後、スリット付フィルタ 330, 340 を通過する。そして、前段と後段のスリット付フィルタ 330, 340 に設けられた位置変位手段 320 のいずれか 1 つあるいは両方を駆動する。この際、前段と後段のスリット付フィルタ 330, 340 のいずれか 1 つあるいは両方のスリット 332a をコリメートビーム 110a の中心位置からビーム外の位置までの間で所望する位置に移動させる。

【0022】

これにより、図 2 に示したように、変位させた位置に応じて一部の波長帯域の透過率が所望する透過率となるよう可変させることができる。スリット付フィルタ 330, 340 を通過した光は、このスリット付フィルタ 330, 340 により一部の波長帯域の透過率が可変され、コリメートレンズ 102b により光ファイバ 103 の端面に集光、入射される。

【0023】

上記実施の形態 1 によれば、波長多重された光のうち、一部の波長帯域における透過率を可変させることができるため、通信波長全域における各チャンネルの波長特性、例えば OSNR (Optical Signal Noise Ratio) を平坦化できるようになる。そして、スリットを設けたフィルタを用いて、このフィルタを位置変位させるだけで波長特性を可変できるため、簡単に構成でき、安価で小型化を図ることができる。

【0024】

(実施の形態 2)

図 5 は、本発明の実施の形態 2 の波長特性可変フィルタを示す平面図である。図 5 に示した波長特性可変フィルタ 500 において実施の形態 1 (図 3 参照) と同様の構成には同一の符号を附している。実施の形態 2 は、入射側の光を反射させ出射側を入射側と同一方向に導いた構成である。

【0025】

入力用の光ファイバ 101 と、出力用の光ファイバ 103 は単一のファイバフェルール (2 芯フェルール) 101a に固着される。また、1 つのコリメートレンズ 102 により光ファイバ 101 から出射された光をコリメートビーム 110a にする。このコリメートビーム 110a の幅を図中 L で示してある。スリット付フィルタ 530 により反射されたコリメートビーム 110a は、コリメートレンズ 102 により光ファイバ 103 に集光、入射される。実施の形態 2 のスリット付フィルタ 530 が実施の形態 1 と異なる点は、透過の波長特性ではなく反射の波長特性となる点である。なお、532 は誘電体多層膜である。

【0026】

筐体 310 には、 piezo 素子等からなる位置変位手段 320 の基端部 320a が固定され、移動端 320b にはスリット付フィルタ 530 が固定されている。位置変位手段 320 の駆動により、コリメートビーム 110a に対するスリット 532a の位置を可変させ、波長特性を可変することができる。スリット付フィルタ 530 の波長特性は、反射 (反転した) の波長特性となる。例えば、スリット付フィルタ 530 をバンドパスフィルタ (BPF) の波長特性で形成したとき、反射するコリメートビーム 110a はバンドリジェ

クシオンフィルタ (BRF) の波長特性を有することになる。また、ローパスフィルタ (LPF) の波長特性で形成したとき、反射するコリメートビーム 110a はハイパスフィルタ (HPF) の波長特性を有する。

【0027】

上記実施の形態 2 によれば、波長多重された光のうち、一部の波長帯域における透過率を可変させることができるため、通信波長全域における各チャンネルの波長特性を一定 (平坦) 化できるようになる。そして、スリットを設けたフィルタを用いて、このフィルタを位置変位させるだけで波長特性を可変できるため、簡単に構成でき、安価で小型化を図ることができる。特に、実施の形態 1 と比べて 1 つのコリメートレンズを用いるだけでよく、反射する折り返しの光路によって光の光軸方向 (図中 X 方向) の長さを短くでき一層の小型化を図ることができる。また、入出力用の光ファイバを平行にかつ一方方向に向けて集めて配置でき、実装スペースを省スペース化でき、コネクタ接続等の作業性の向上を図ることができる。

【0028】

(実施の形態 3)

次に、本発明の波長特性可変フィルタに用いるフィルタの各種構成について説明する。前述したがフィルタは、光 (コリメートビーム) の光路上にスリットあるいはエッジを設けて構成できる。図 6-1、図 6-2、図 6-3 は、本発明の実施の形態 3 の波長特性可変フィルタを示す側面図である。

【0029】

図 6-1 に示す波長特性可変フィルタ 601 は、数十ミクロンと非常に薄い一対のフィルタ 602 同士を接着剤 603 によって上下に接着固定してなる。一対のフィルタ 602 を接着剤 603 によって接着した箇所は、透明なスリットとなり、1 つのスリットあたり一対のエッジ 602a, 602b を有することになる。このスリットのエッジ幅 L を図に記載した。このような薄いフィルタとして、ポリイミドフィルム基板に誘電体多層膜を蒸着したものは、厚さ d が 27~30 μm 厚で汎用されている。また、基板が無く誘電体多層膜だけでフィルタは、厚さ d が約 30 μm 厚で汎用されている。

【0030】

1 枚の波長特性可変フィルタ 601 を薄く形成することができるため、コリメートビーム 110a の長さの領域を短い光路にすることができ、この短い光路中に波長特性可変フィルタ 601 を多数枚入れることが可能である。図 6-1 に示す例では、同様の構成の波長特性可変フィルタ 601 を 5 枚設けている。また、複数枚の波長特性可変フィルタ 601 を配置するとき、各波長特性可変フィルタ 601 毎に異なる波長特性のフィルタを設けることもでき、この場合には波長特性の合成により、任意の波長特性変化を生じさせることもできる。図には各波長特性可変フィルタ 601 がコリメートビーム 110a の光軸方向に対して直交するよう配置されているが実際には若干傾斜させて光の反射による影響を低減させている。また、波長特性可変フィルタ 601 を傾斜させることにより、波長シフトを調整することができる。

【0031】

上記構成の複数枚の波長特性可変フィルタ 601 が全て同一の波長特性を有するフィルタを用いたときには、これら複数枚の波長特性可変フィルタ 601 を同一の位置変位手段 320 (図 3 参照) に固定して同様に位置変位させることが考えられる。複数枚の波長特性可変フィルタ 601 として異なる波長特性を有するフィルタを用いたときには、これら複数枚の異なるフィルタをそれぞれ個別の位置変位手段 320 に固定し、個別に位置変位させることが考えられる。これに限らず、同一の波長特性を有する複数枚の波長特性可変フィルタ 601 を全て個別に位置変位させたり、異なる波長特性を有する波長特性可変フィルタ 601 をまとめて位置変位させることも考えられる。

【0032】

次に、図 6-2 に示す波長特性可変フィルタ 620 は、図 6-1 に示したフィルタ 602 を同様のエッジ幅 L を有しつつ、コリメートビーム 110a の光軸方向にずらして交互

に配置したものである。図示の例では、1枚のフィルタ602により1つのエッジ602aが形成されるため、図6-1の構成に比較してエッジ数を2倍にすることができる。この構成により、光を回折させるエッジ数を短距離で増大させつつ、回折損を増加させることができるようになる。図6-2に示す構成においても、各波長特性可変フィルタ620は、同一あるいは個別に位置変位手段320（図3参照）に固定し、位置変位させればよい。

【0033】

次に、図6-3に示す構成は、前段に前述した1つのスリット332aを有するスリット付フィルタ330（図3参照）を配置し、後段に複数（図の例では2つ）のスリット332aを有するスリット付フィルタ630を配置したものである。後段のスリット付フィルタ630は、前段のスリット付フィルタ330同様に誘電体多層膜332部分をエッチングやダイシングにより2カ所のスリット332aを形成できる。ただし、コリメートビーム110aのビーム径に対して、スリット332aの間隔を十分小さくする必要がある。例えば、2つのスリット332a、332a同士の間隔（ピッチ）は、コリメートビーム径の1/4以下のピッチとなるよう設ける。複数のスリット332aを設けると、全スリットはこのピッチで設ける必要がある。この構成によれば、コリメートビーム110a上において強度分布の異なる位置にそれぞれスリット332aを挿入、配置させることができ、回折損の増大を図ることができるようになる。

【0034】

以上説明した実施の形態3は、直線状のスリット、およびエッジを設ける構成としたが、これらスリットおよびエッジは、直線状に限らず円形や長円等を含めて各種形状にすることができる。

【0035】

（実施の形態4）

上記各実施の形態において説明した波長特性可変フィルタは、各種の波長特性を持たせることができる。実施の形態4では、これら各種の波長特性について説明する。図7-1、図7-2、図7-3は、それぞれ波長特性可変フィルタの各種波長特性を示す図表である。

【0036】

図7-1は、ロス傾斜を可変する波長特性を示す図表である。ショートウェーブパスフィルタ（SWPF）の例を示した。長距離で敷設された光ファイバの距離に対して波長特性が変化（一部波長での損失）することを補正し、通信波長帯域全域で平坦化させるため等に用いることができる。図の横軸の波長は複数チャンネル分の波長帯域（例えば、1530nm～1560nm）に相当する。

【0037】

図7-2は、半値幅を可変する波長特性を示す図表である。バンドパスフィルタ（BPF）の例を示した。光通信計測等において規定された半値幅（帯域）を変えることにより、特定の1chにおける周波数スペクトル（分解能）を変更することができる。図の横軸の波長は、より狭い帯域（例えば、1550nm～1550.4nm）に相当する。

【0038】

図7-3は、特定波長の透過率を可変する波長特性を示す図表である。バンドリジェクションフィルタ（BRF）の例を示した。前述した利得等化器（GEQ）の利得補正用等に用いることができる。図の横軸は複数チャンネル分の波長帯域（例えば、1530nm～1560nm）に相当する。

【0039】

これらの波長特性可変フィルタは、いずれも位置変位手段320を用いてコリメートビーム110aに対してスリット（またはエッジ）の位置を変更することにより、特に透過率の低い波長帯域における透過率を可変することができる。図1に示したように、コリメートビーム110aに対してスリット（またはエッジ）の位置をビームの中心から端に移動させると、透過率が増加するように（図中A方向）変化させることができる。

【0040】

前述した誘電体多層膜 332 は、一般には酸化シリコン (SiO_2) と酸化チタン (TiO_2) を交互に層状 (数層～数百層) に形成してなるが、この層数や、各層の厚みを変えることにより、上述した各種波長特性を得ることができる。また、図 7-1～図 7-3 に示した各波長特性を複合させた波長特性を得ることもできる。

【0041】

また、上記の各実施の形態では、フィルタに誘電体多層膜を用いて構成したが、これに限らず、波長特性可変フィルタは、エタロン板を用いて構成することもできる。図 8 は、波長特性可変フィルタとしてエタロン板を用いた例を示す斜視図である。エタロン板 800 を構成しているガラス基板 801 の両面には光反射膜 802 としての HR (High Reflection) ミラーが形成されている。ガラス基板 801 の厚みに応じて 2π の波長の光 (コリメートビーム 110a) のみを透過させ、それ以外の波長の光は内部の多重反射で減衰させる。このエタロン板 800 の光反射膜 802 の一部に図示のスリット 802a を形成する。これにより、透過型のバンドパスフィルタを構成することができ、前記実施の形態同様にこのエタロン板 800 をコリメートビーム 110a の光軸上で移動 (図中矢印方向) させることにより、光の透過率を可変することができる。

【0042】

以上説明したように、波長特性可変フィルタによれば、コリメートビームに対してフィルタのエッジを移動させることにより、所定の波長帯域の透過率を可変することができるため、このフィルタを波長多重装置の伝送路に配置したり、EDFA や、ラマン増幅器などに組み込みスペクトラムチルト補正に用いることにより、設計値と異なる現実のファイバ伝送路での ch 間パワー偏差を調整できるようになる。

【0043】

(付記 1) 波長に対して透過率が変化する波長特性を有するフィルタと、
前記フィルタに設けられた回折手段をコリメートビームを横切る方向に位置変位させる位置変位手段と、
を備えたことを特徴とする波長特性可変フィルタ。

【0044】

(付記 2) 前記フィルタの回折手段は、フィルタ膜面の一部を除去して一対のエッジにより形成されたスリットを有することを特徴とする付記 1 に記載の波長特性可変フィルタ。

【0045】

(付記 3) 前記コリメートビームの光軸方向に沿って、前記回折手段が前記コリメートビーム中に位置するよう、複数の前記フィルタを複数配置し、
前記位置変位手段は、前記複数のフィルタを同時、あるいは個別に位置変位させることを特徴とする付記 1 または 2 に記載の波長特性可変フィルタ。

【0046】

(付記 4) 前記複数のフィルタにそれぞれ設けられた前記回折手段の方向が互いに所定の角度を有するように設けたことを特徴とする付記 3 に記載の波長特性可変フィルタ。

【0047】

(付記 5) 前記位置変位手段は、前記複数のフィルタを互いに所定の角度を有して位置変位させることを特徴とする付記 3 または 4 に記載の波長特性可変フィルタ。

【0048】

(付記 6) 前記フィルタは、前記コリメートビームのビーム径に対して $1/4$ 以下のピッチを有して前記複数のエッジを有することを特徴とする付記 1～5 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【0049】

(付記 7) 前記位置変位手段は、電磁力、熱膨張、圧電効果、静電力のうちいずれかの駆動機構により前記フィルタを位置変位させることを特徴とする付記 1～6 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【0050】

(付記 8) 前記複数のフィルタそれぞれが異なる波長特性を有することを特徴とする付記 3～7 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【0051】

(付記 9) 前記フィルタとして反射型フィルタを用い、
前記反射型フィルタに対して同一方向から光の入射および出射を行うことを特徴とする付記 1～8 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【0052】

(付記 10) 前記フィルタは、反射膜の一部に前記エッジを形成したエタロンフィルタであることを特徴とする付記 1～9 のいずれか一つに記載の波長特性可変フィルタ。

【0053】

(付記 11) 波長に対する透過率が設定された波長特性を有するフィルタと、
前記フィルタのエッジをコリメートビームに直交した方向に沿って該コリメートビームの中央位置から端位置までの間において所定の位置に位置変位させる位置変位手段と、
を備えたことを特徴とする光増幅器。

【0054】

(付記 12) 波長に対する透過率が設定された波長特性を有するフィルタと、
前記フィルタのエッジをコリメートビームに直交した方向に沿って該コリメートビームの中央位置から端位置までの間において所定の位置に位置変位させる位置変位手段と、
を備えたことを特徴とする光通信装置。

【産業上の利用可能性】

【0055】

以上のように、本発明にかかる波長特性可変フィルタは、光通信に用いる波長帯域において特定の波長の損失や利得の補正に用いて有用であり、特に、Raman 増幅器の利得波長特性や、ファイバ自体のロス波長特性、c h 毎の光出力偏差など、各 c h 間の光出力を平坦化させることに適している。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図 1】 回折光の発生原理を説明する図である。

【図 2-1】 ビーム内で回折手段を移動させた位置を示す図である。

【図 2-2】 ビーム内で回折手段を移動させたときの波長特性の変化を示す図表である。

【図 3】 本発明の実施の形態 1 の波長特性可変フィルタを示す平面図である。

【図 4】 スリット付フィルタを示す斜視図である。

【図 5】 本発明の実施の形態 2 の波長特性可変フィルタを示す平面図である。

【図 6-1】 本発明の実施の形態 3 の波長特性可変フィルタを示す側面図である。

【図 6-2】 本発明の実施の形態 3 の波長特性可変フィルタを示す側面図である。

【図 6-3】 本発明の実施の形態 3 の波長特性可変フィルタを示す側面図である。

【図 7-1】 波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表である。

【図 7-2】 波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表である。

【図 7-3】 波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表である。

【図 8】 波長特性可変フィルタとしてエタロン板を用いた例を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0057】

101, 103 光ファイバ

101a, 103a ファイバフェルール

102 (102a, 102b) コリメートレンズ

104 光フィルタ

106a, 332a スリット

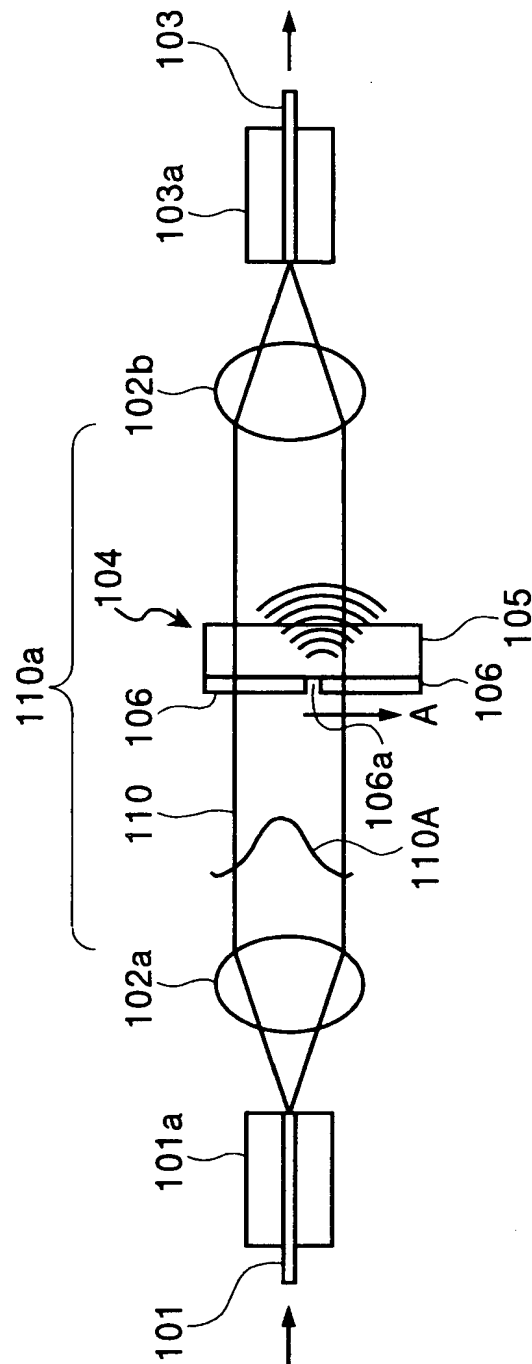
110 光

110a コリメートビーム

3 0 0, 6 0 1, 6 2 0 波長特性可変フィルタ
3 1 0 筐体
3 2 0 位置変位手段
3 2 0 b 移動端
3 3 0, 3 4 0, 5 3 0, 6 3 0 スリット付フィルタ
3 3 1, 8 0 1 ガラス基板
3 3 2 誘電体多層膜
6 0 2 フィルタ
6 0 2 a, 6 0 2 b エッジ
6 0 3 接着剤
8 0 0 エタロン板
8 0 2 光反射膜

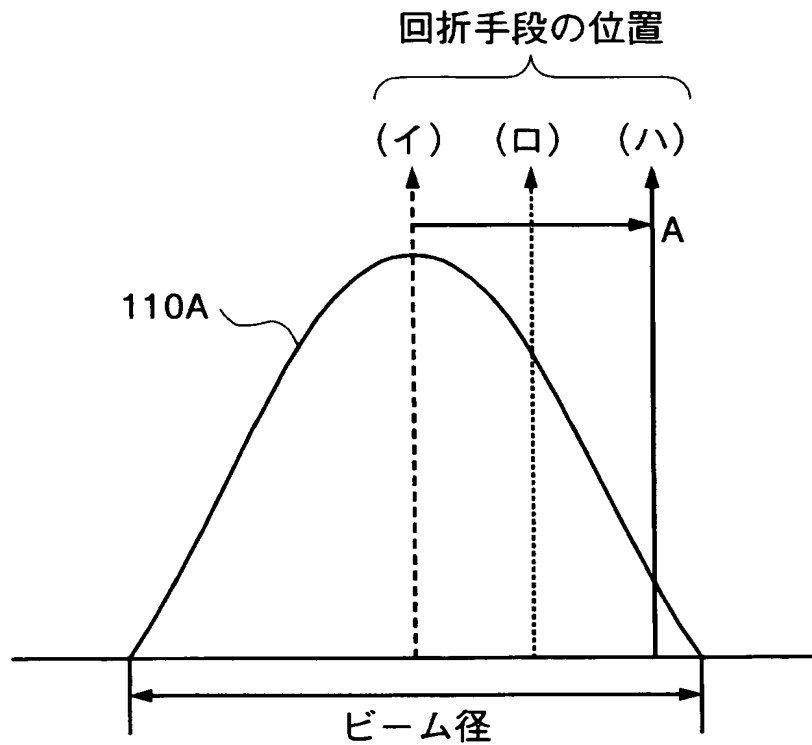
【書類名】 図面
【図 1】

回折光の発生原理を説明する図



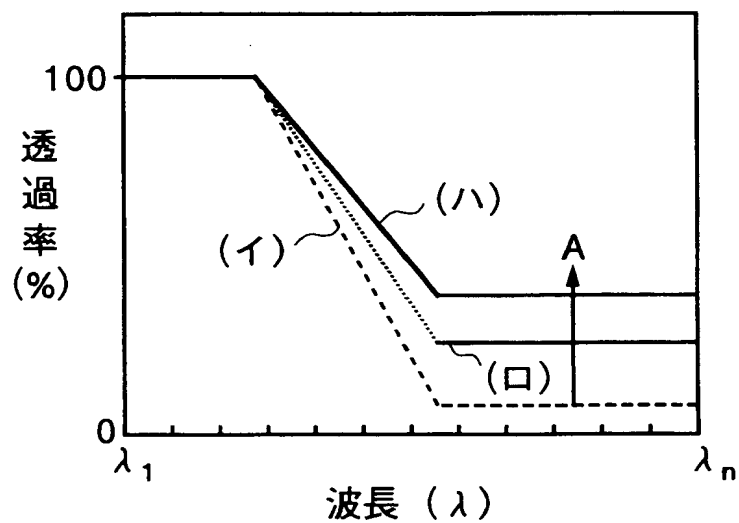
【図 2-1】

ビーム内で回折手段を移動させた位置を示す図



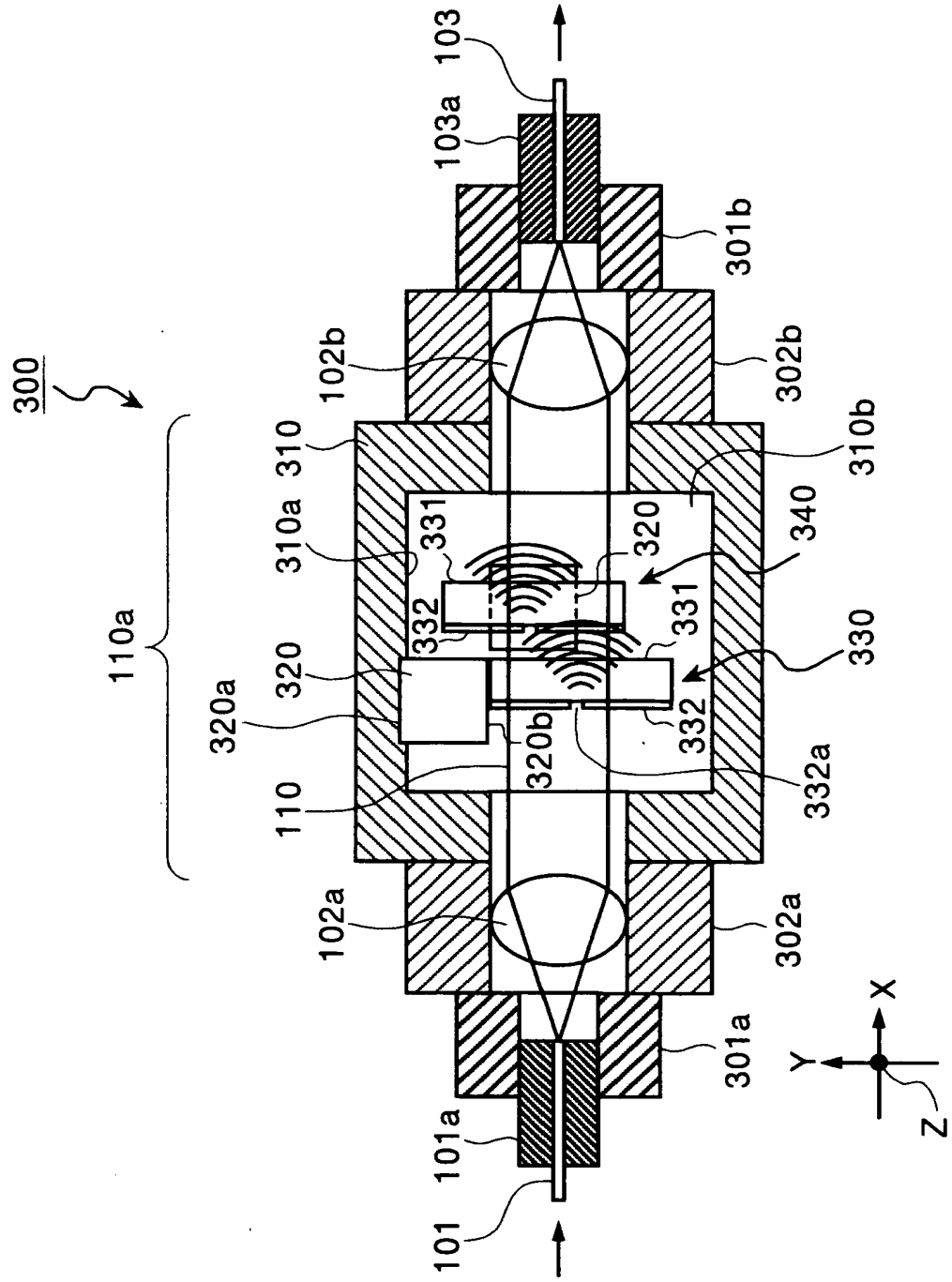
【図 2-2】

ビーム内で回折手段を移動させたときの波長特性の変化を示す図表



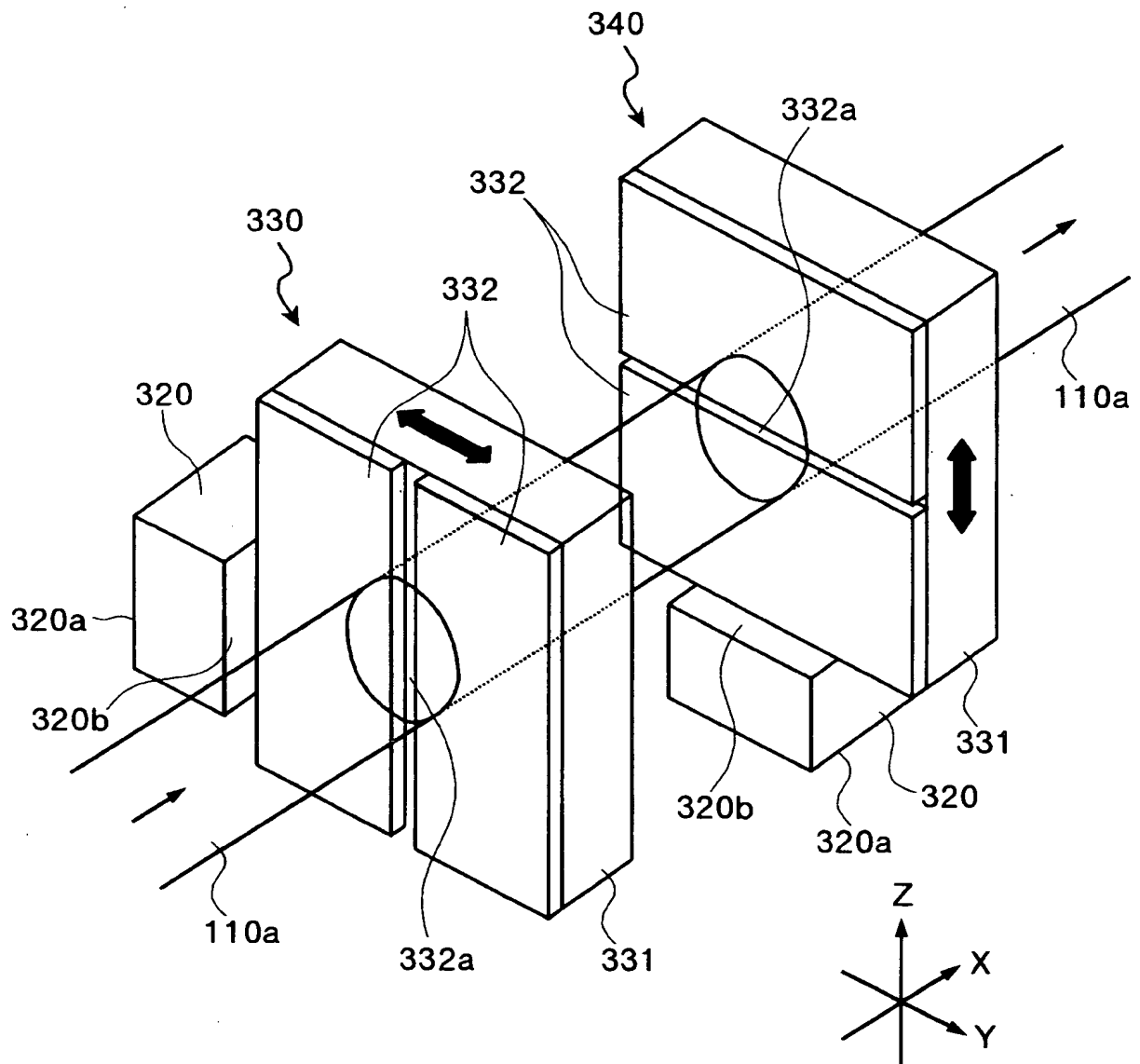
【図 3】

本発明の実施の形態1の波長特性可変フィルタを示す平面図



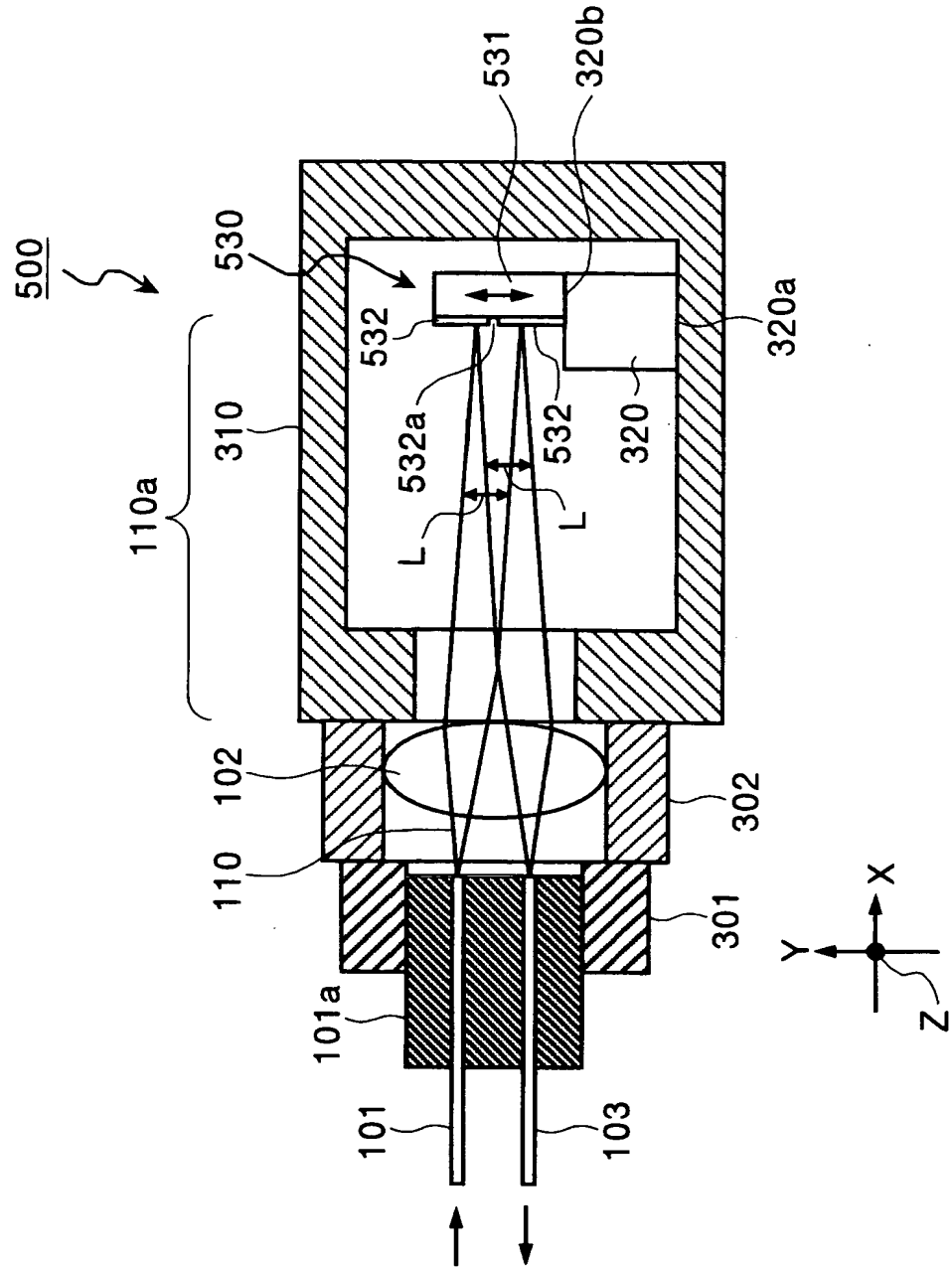
【図 4】

スリット付フィルタを示す斜視図



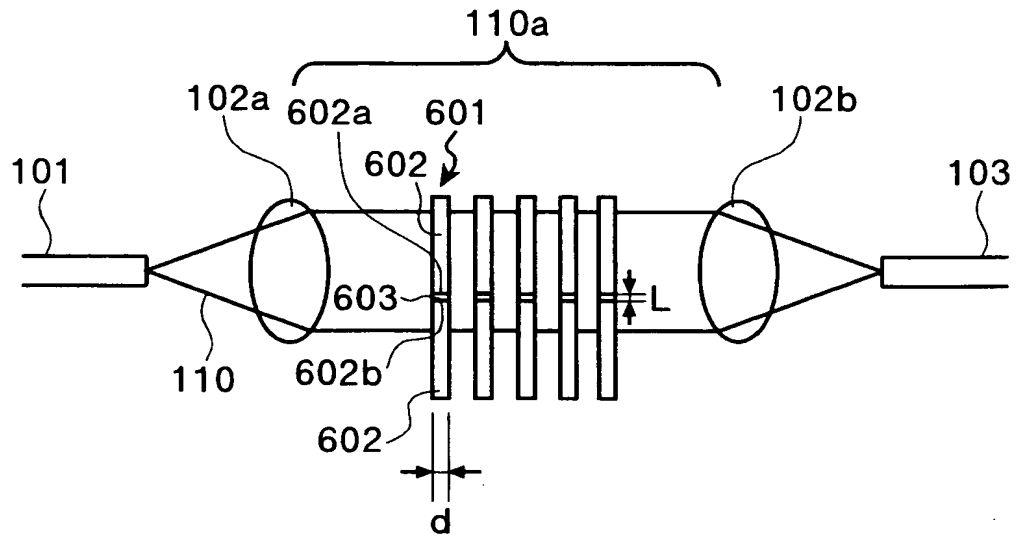
【図 5】

本発明の実施の形態2の波長特性可変フィルタを示す平面図



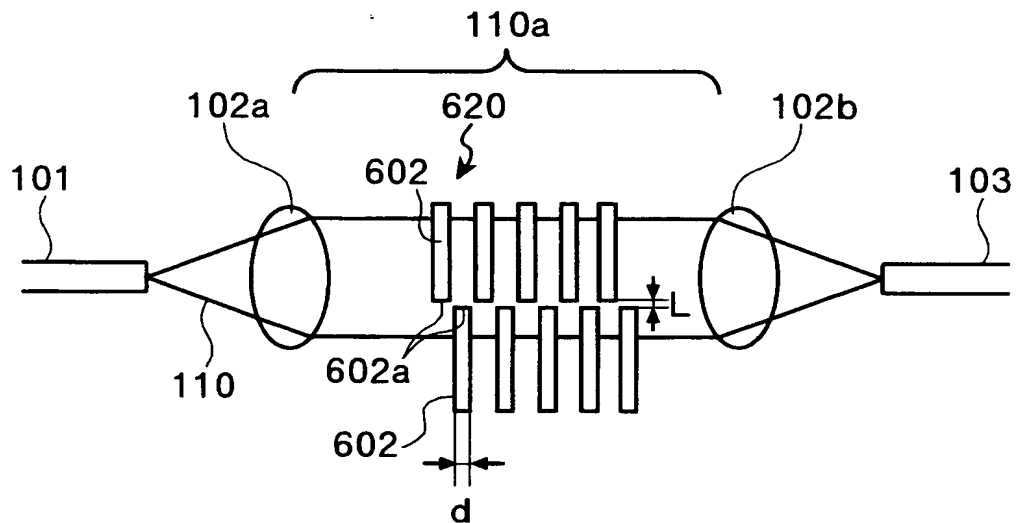
【図 6-1】

本発明の実施の形態3の波長特性可変フィルタを示す側面図



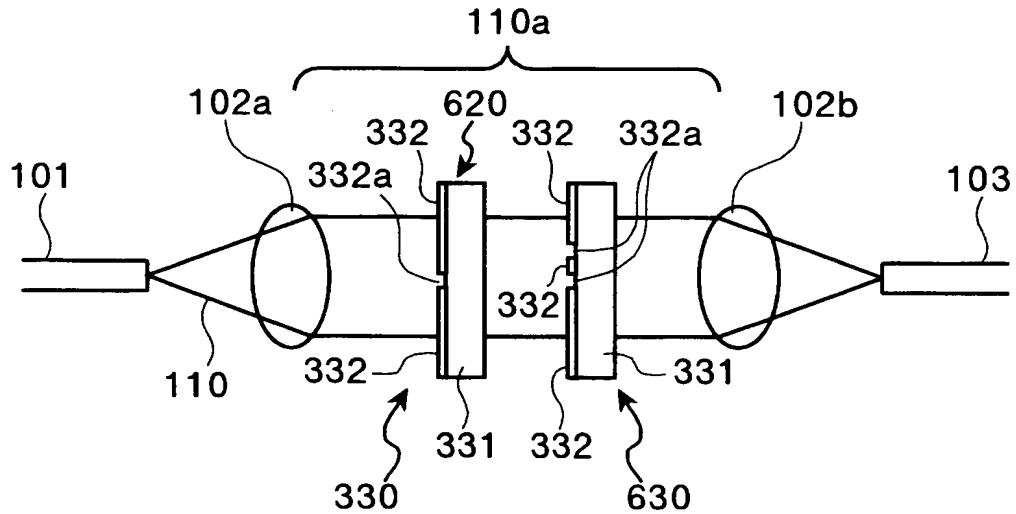
【図 6-2】

本発明の実施の形態3の波長特性可変フィルタを示す側面図



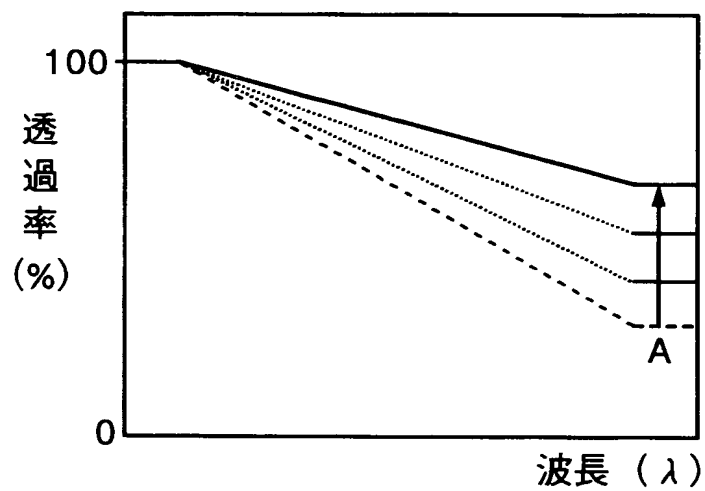
【図 6-3】

本発明の実施の形態3の波長特性可変フィルタを示す側面図



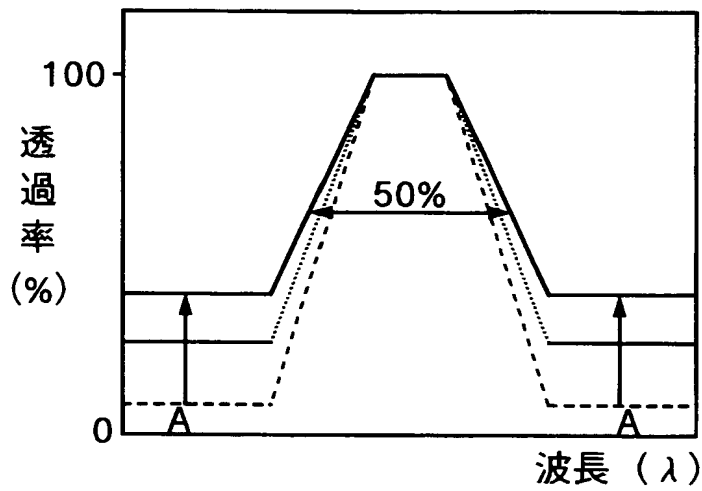
【図 7-1】

波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表



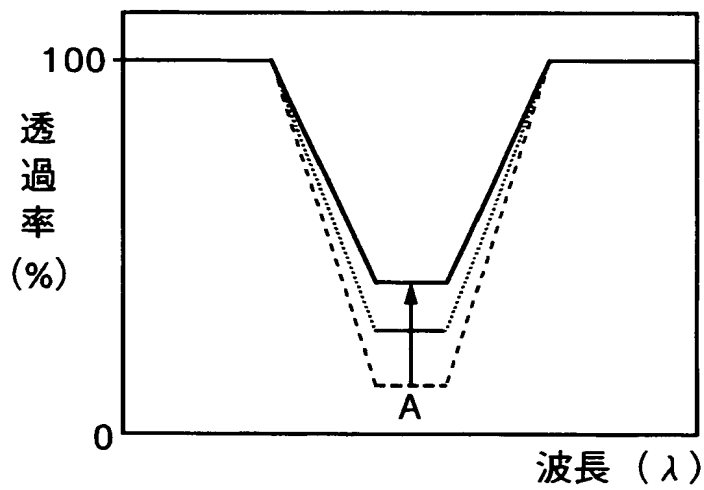
【図 7-2】

波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表



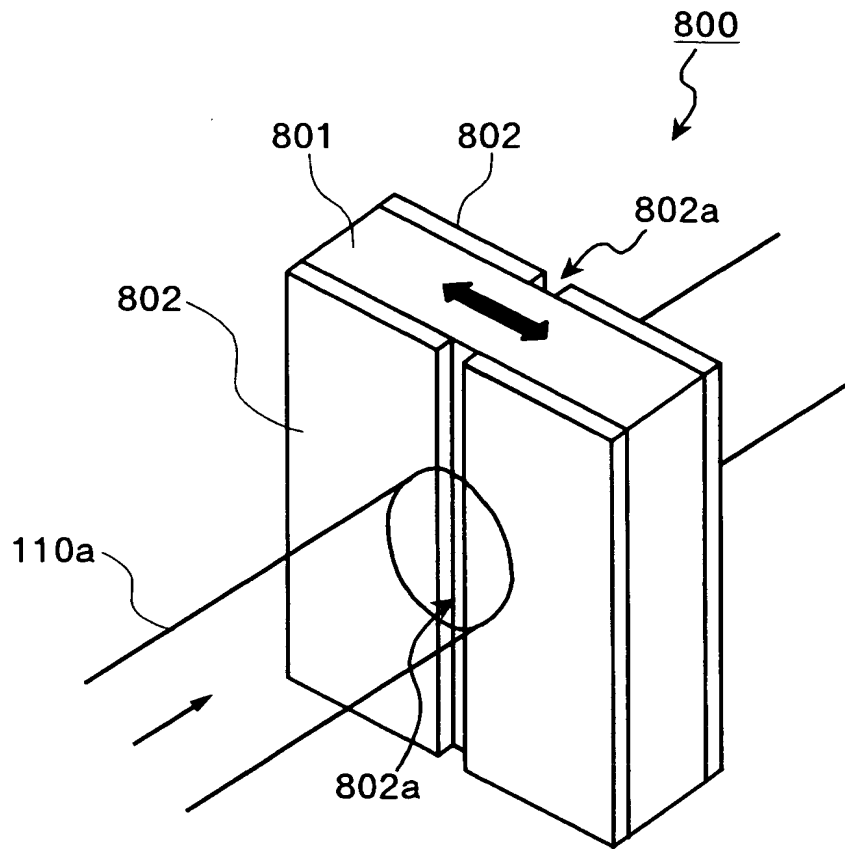
【図 7-3】

波長特性可変フィルタの波長特性を示す図表



【図 8】

波長特性可変フィルタとしてエタロン板を用いた例を示す斜視図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長特性の可変を簡単かつ小型な構成で低コスト化できること。

【解決手段】 光ファイバ101から出射された光110は、コリメートレンズ102aによりコリメートビーム110aとされ、光フィルタ104のスリット106a部分を通過させると光の回折が生じて光ファイバ103側に出射される。スリット106aをコリメートビーム110aの中心に位置させたときは、光強度が高い部分で回折を起こし回折損が大きくなり、端に位置させると光強度が低い部分で回折を起こし回折損が小さくなり、回折損が波長特性を持つ。コリメートビーム110aに対してスリット106aの位置を変位させることにより、一部の波長帯域において光の回折損を増減でき波長特性の変化をフィルタ特性に加算させて波長特性を可変できるフィルタを実現する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 7 4 3 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社